

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

ANÁLISIS PARA EL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS DE FRACTURAMIENTO HIDRÁULICO EN COLOMBIA

ANALYSIS FOR THE DEVELOPMENT OF HYDRAULIC FRACTURING PROJECTS IN COLOMBIA

Jorge Antonio Rincón Florez
Ingeniero ambiental y de saneamiento
Bogotá, Colombia
U2700907@unimilitar.edu.co

Artículo de Investigación

DIRECTOR

Ph.D. Ximena Lucía Pedraza Nájar

Doctora en Administración – Universidad de Celaya (México)
Magíster en Calidad y Gestión Integral – Universidad Santo Tomás e Icontec
Especialista en gestión de la producción, la calidad y la tecnología - Universidad Politécnica de Madrid (España)
Especialista en gerencia de procesos, calidad e innovación – Universidad EAN (Bogotá D.C.)
Microbióloga Industrial – Pontifica Universidad Javeriana
Auditor de certificación: sistemas de gestión y de producto

Gestora Especialización en Gerencia de la Calidad - Universidad Militar Nueva Granada
ximena.pedraza@unimilitar.edu.co; gerencia.calidad@unimilitar.edu.co



La U
acreditada
para todos

**ESPECIALIZACIÓN EN PLANEACIÓN AMBIENTAL Y MANEJO DE RECURSOS
NATURALES
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAYO DE 2020**

ANÁLISIS PARA EL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS DE FRACTURAMIENTO HIDRÁULICO EN COLOMBIA

ANALYSIS FOR THE DEVELOPMENT OF HYDRAULIC FRACTURING PROJECTS IN COLOMBIA

Jorge Antonio Rincón Florez
Ingeniero ambiental y de saneamiento
Bogotá, Colombia
U2700907@unimilitar.edu.co

RESUMEN

Dentro del desarrollo del presente artículo se abordó el tema del fracturamiento hidráulico analizando desde una posición imparcial sus impactos de tipo económico, ambiental y social; explicando al detalle las etapas para su ejecución, junto con las implicaciones que podrían resultar del desarrollo de la actividad en el país, por medio de la práctica de los proyectos pilotos integrales de investigación a desarrollarse próximamente en la región del Magdalena medio colombiano. Se trabajó con una metodología de revisión de información bibliográfica analizando artículos académicos, científicos y libros especializados, donde se evidenciaron las experiencias de diferentes países con respecto al desarrollo de las técnicas de fracturamiento hidráulico de roca generadora mediante perforación horizontal. Además, se realizó la revisión al Decreto 328 de 2020 expedido por el gobierno nacional en donde se fijaron los lineamientos para adelantar los proyectos pilotos de investigación integral; dentro de la revisión se identificaron vacíos en la formulación y estructuración del decreto desde el componente social, ambiental y procedimental. Como resultado de esta investigación se otorga una visión más clara sobre la ejecución de esta actividad, procurando cerrar brechas de desinformación y que se cree una postura adversa por parte de la comunidad fundamentada en opiniones contrarias a la realidad científica.

Palabras clave: Fracturamiento, pozo, fisura, industria, hidrocarburos, explotación.

ABSTRACT

Within the development of this article, the topic of hydraulic fracturing was addressed, analyzing from an impartial position its economic, environmental and social impacts; explaining in detail the stages for its implementation, along with the implications that could result from the development of the activity in the country, through the practice of comprehensive research pilot projects to be developed soon in the Colombian region of Magdalena Medio. We worked with a bibliographic information review methodology analyzing academic articles, scientists and specialized books, where the experiences of different countries regarding the development of hydraulic fracturing techniques of generating rock through horizontal drilling were evidenced. In addition, the revision of Decree 328 of 2020 issued by the national government was carried out, where the guidelines were established to advance the pilot projects of integral research; within the review, gaps were identified in the formulation and structuring of the decree from the social,

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

environmental and procedural component. As a result of this research, a clearer view is given on the execution of this activity, seeking to close misinformation gaps and to create an adverse position on the part of the community based on opinions contrary to scientific reality.

Keywords: Fracturing, well, fissure, industry, hydrocarbons, exploitation.

INTRODUCCIÓN

El fracturamiento hidráulico “fracking” es una tecnología usada en explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales (YNC), ya que para el caso de estos yacimientos el grado de permeabilidad de la roca no permite el flujo de los hidrocarburos de manera ascendente por presión (Koth, 2016). Es por ello que estos depósitos requieren de la estimulación hidráulica para lograr su explotación, allí se encuentran el “gas shale” y el “oil shale” que en español se agrupan en “Yacimientos en Roca generadora” (YRG).

El desarrollo del fracturamiento se utiliza para diferentes propósitos en la industria, su ejecución consiste en inducir fisuras en la roca inyectando agua a presión (90%), junto a una serie de aditivos (0,5%), a través de las paredes del pozo manteniendo fisuras abiertas en las que se introduce arena (9,5%), logrando con esto mejorar el paso del hidrocarburo líquido y gaseoso hacia la superficie (Pinto-Valderrama & Idrovo, 2019).

Su aparición se da sobre la costa este de los estados unidos en el año 1860, en donde comenzaron a utilizar inyecciones en el subsuelo para la extracción de petróleo empleando inicialmente nitroglicerina para posteriormente sustituirla por ácidos, la actividad continuó su desarrollo y solo hasta el año de 1947 se realizan los primeros estudios sobre la utilización del agua en la explotación de hidrocarburos, por lo que en el año 1949 la empresa Stanolind Oil comenzaría a utilizar activamente este método para explotación en la industria petrolera.

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

En lo que respecta a Europa, el primer pozo de fracturación hidráulica inicio en la desaparecida Unión Soviética para el año 1952, posteriormente esta técnica se extendería a países como Noruega, Hungría, Austria, Francia, Turquía y algunos países del norte de África, como Túnez y Argelia (Yasno Arias, 2019).

En el contexto nacional, la Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH y el congreso para el desarrollo de los no convencionales, Shale Colombia, publicaron en el año 2013 que las cuencas colombianas contienen grandes volúmenes de reservas aprovechables de gas en yacimientos no convencionales, esto impulsó a que se priorizaran zonas con potencial en hidrocarburos para el desarrollo de estas actividades en el Catatumbo, Cesar y el Valle Medio del Magdalena, razón por la cual, desde el año 2016 se desarrollaron contratos con operadoras, cuyo objeto es la exploración y explotación de estos yacimientos (Charry-Ocampo & Perez, 2018).

Esto generó una alerta para el país, desencadenando que diversos actores sociales entraran a la escena promoviendo movilizaciones y vías de hecho para rechazar de manera incisiva el desarrollo de estas actividades en todo el territorio nacional, comunidades como la de Guasca en Cundinamarca, conformaron la Asociación Fortaleza de la Montaña en el año 2011 para hacer resistencia a las actividades de exploración de YNC en los alrededores del páramo de Chingaza; y en el año 2013 Censat Agua Viva, Amigos de la Tierra Colombia, y otras organizaciones adelantaron la primera jornada contra el fracking en Colombia, con manifestaciones en Cundinamarca, Meta y Boyacá (Salina et al., 2018).

Todas estas expresiones exponen fundamentos técnicos que buscan demostrar que la naturaleza geológica de estos yacimientos y la ingeniería aplicada para su aprovechamiento, es mucho más compleja que la de los yacimientos convencionales explotados en el país desde la

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

concesión de Mares en el Magdalena medio en la zona que hoy es Barrancabermeja (ECOPETROL, 2011).

Sin embargo, se evidencia una dualidad con respecto a este tema, ya que constantemente se afirma desde la rama ejecutiva del país que el sector de hidrocarburos es el de mayor importancia en la economía colombiana (Presidencia de la república de Colombia, 2019), queda claro la preocupación del estado cada que se registra un descenso en la producción, esto se evidencia en lo sucedido en 2017 donde se registraron 854.000 barriles diarios de petróleo y 909,8 MPCD² de gas, cifras mucho menores a las registradas en los años 2013 a 2014, donde se logró superar el millón de barriles y pies cúbicos diarios de producción (Agencia Nacional de Hidrocarburos, 2018).

Por lo anterior, el Plan de gobierno vigente del país sostiene que es necesario aumentar las reservas de hidrocarburos que actualmente dan una autosuficiencia de 6 años en crudo y 12 años en gas, esto no solo significaría satisfacer las necesidades internas de consumo a nivel de petróleo y gas, sino que generara un atractivo de inversión extranjera que en la actualidad se traducen en regalías por la explotación de los recursos naturales, (Presidencia de la república de Colombia, 2019), regalías, impuestos y dividendos que según la ANH en los últimos siete años le han entregado al país recursos por más de \$153 billones, lo que ha representado la construcción y mejora de vías, construcción de instituciones educativas y de salud y ampliación de la cobertura de agua potable.

En ese sentido para cumplir con el reto del Gobierno nacional de incrementar las reservas para preservar la autosuficiencia de hidrocarburos en el mediano y largo plazo existen dos grandes oportunidades: (1) proyectos costa afuera (Off shore) y (2) yacimientos no convencionales (YNC) previendo que los últimos se desarrollarían bajo dos variables de riesgo

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

importantes, primero, la posible presencia de elementos radioactivos y gases tóxicos en la roca con una alta capacidad de migración y segundo, las características propias de las técnicas usadas en la fase de perforación, en donde se hace uso de químicos especiales, grandes volúmenes de agua y una alta densidad de perforaciones (Pinto-Valderrama & Idrovo, 2019), es de estos fundamentos técnicos que se alimentan todas las movilizaciones y vías de hecho que se trataron anteriormente.

Si bien estos factores han sido tenidos en cuenta por diversos países, China, Argentina, Estados Unidos y Canadá, tomaron la decisión de realizar el fracking y aprovechar los YRG, basados en los beneficios económicos que esta actividad trae, tomando como ejemplo que entre los años 2012 y 2013 Estados Unidos incrementó la producción de petróleo en un 13.5% (Lemos & Pedraza, 2015)

Por tal motivo en el país en el mes de octubre de 2018 el Gobierno nacional designó una Comisión Interdisciplinaria Independiente para determinar la posible realización de la exploración de yacimientos no convencionales en roca generadora mediante la utilización de la técnica del fracturamiento hidráulico, en forma segura, responsable y sostenible para las comunidades y el medio ambiente, la cual, en el mes de abril de 2019 rindió el "Informe sobre efectos ambientales (bióticos, físicos, sociales) y económicos de la exploración de hidrocarburos en áreas con posible despliegue de técnicas de fracturamiento hidráulico de roca generadora mediante perforación horizontal.(Andrade et al., 2019)

Es por ello que la implementación de estas nuevas técnicas de extracción de hidrocarburos se convierten en un verdadero reto para el país, las entidades de orden nacional y regional que busquen regular esta práctica deberán considerar y adaptar los estudios y políticas a condiciones hídricas y geológicas colombianas, el debate estará presente en distintas esferas

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

políticas y jurídicas donde se valorara el desarrollo de esta actividad en el país por medio de la puesta en marcha de los proyectos pilotos de fracturamiento hidráulico en el magdalena medio.

Dentro del presente artículo en sus capítulos de materiales, metodos y resultados se detallarán y evaluarán los avances además de impactos directos que podrían desarrollarse tras la ejecución de los proyectos pilotos mencionados anteriormente, buscando responder a la pregunta de ¿Qué tan preparado esta Colombia para el desarrollo de la técnica de fracturamiento hidráulico valorando los componentes sociales, ambientales y económicos?.

MATERIALES

¿Qué es el fracturamiento hidráulico?

Para lograr entender el concepto del fracturamiento hidráulico se debe entender la naturaleza de su origen partiendo de su formación; tanto los hidrocarburos gaseosos como los líquidos tienen su origen en las rocas orgánicas o lutitas en fragmentos solidos compactados, dicha compactación puede convertir a las lutitas en pizarras o en filitas (rocas brillosas compuestas por cristales) quedando atrapados los hidrocarburos en los poros de las formaciones rocosas ubicadas en el subsuelo a profundidades entre mil y cinco mil metros (Jaramillo Jessica, 2014).

Desde un contexto general, las formaciones donde se ha encontrado los hidrocarburos en los yacimientos no convencionales están siempre asociadas a las lutitas y al metano en capas de carbón (CBM) (Charry-Ocampo & Perez, 2018). En la siguiente figura se presenta un esquema de explotación de (a) gas en yacimientos convencionales y (b) shale gas.

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

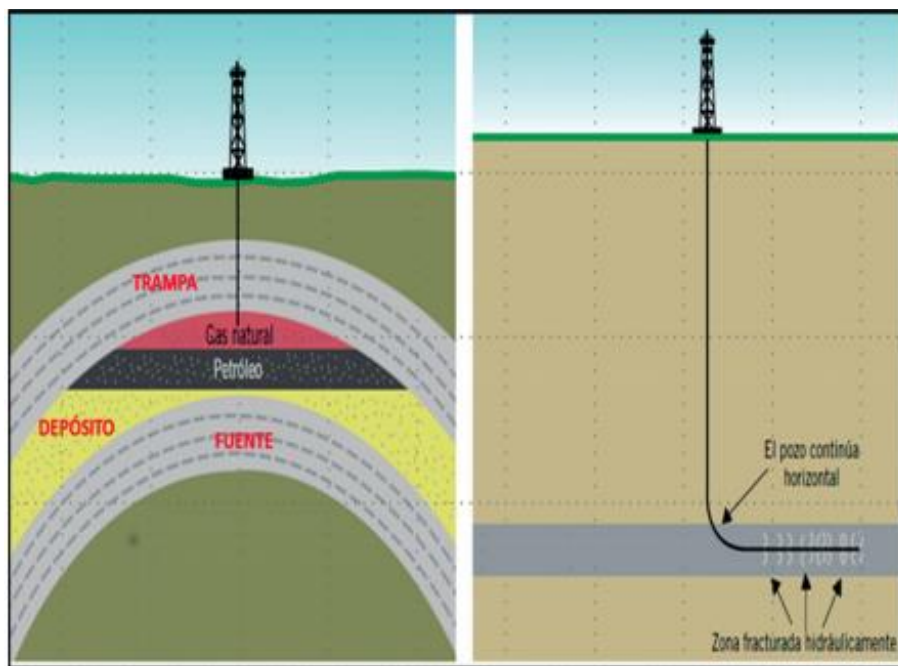


Figura 1. Comparación de la explotación en yacimientos convencionales de gas y en los no convencionales. Fuente: (Jaramillo Jessica, 2014)

La fuente, de acuerdo a la descripción de los autores es una zona con rocas ricas en materia orgánica las cuales dadas las situaciones de alta temperatura y presión generan los hidrocarburos, el depósito es considerado como la roca donde se almacena el gas y tiene suficiente porosidad para transmitir el fluido por presión como lo manifestó Koth anteriormente, y por último la trampa es la roca impermeable que restringe el movimiento de los hidrocarburos actuando como un sello natural.

Como se nota en los convencionales la fuente, el depósito y la trampa se pueden diferenciar de manera clara siendo estos completamente independientes, y de manera contraria en los no convencionales la fuente, el depósito y la trampa se encuentran completamente combinados en una sola zona, generando esto diferencias significativas en el proceso de explotación, la cual para el caso de los yacimientos convencionales se hace directa, mientras que en de los no convencionales se requiere una perforación direccionada, además de una estimulación post-perforación.

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

En ese orden de ideas la técnica de explotación de los yacimientos no convencionales consiste en la perforación de un pozo vertical u horizontal, entubado y cementado con una distancia promedio de 2000 metros de profundidad (Martinez & Jimenez, 2018), la perforación se hace de manera direccionada, es decir, se empieza verticalmente y a determinada profundidad se desvía hasta alcanzar una posición horizontal en la formación que contiene el hidrocarburo, las capas de la corteza terrestre se atraviesan utilizando barrenas o brocas de perforación, el pozo se va perforando mediante rotación continua de la barrena (broca de perforación), que es apoyada por un fluido de perforación (Charry-Ocampo & Perez, 2018).

Una vez finalizada la perforación se inserta en el pozo un dispositivo que desata pequeñas cargas explosivas las cuales generan grietas en la formación, dispositivo patentado en 1899 por el coronel Edward Roberts (Hoffman, 2012). Con esto se busca generar uno o varios canales de elevada permeabilidad a través de la inyección de agua a alta presión (1000 a 2000 psi) (Jackson et al., 2010), de modo que de esta manera se supere la resistencia de la roca y abra una fractura controlada en el fondo del pozo en la sección deseada de la formación contenedora del hidrocarburo (Asociación colombiana de petróleo, 2018). Por lo general el agua inyectada a presión tiene una composición que puede variar con cada explotación, aunque generalmente está compuesto por un 90 % solución base, 9,5 % de agente apuntalante y 0,5 % de aditivos químicos, entendiéndose que la solución base puede ser agua, aceite o sintéticos (Charry-Ocampo & Perez, 2018), empleando en la mayor cantidad de casos el agua.

Implicaciones ambientales del fracturamiento hidráulico

En la naturaleza, los hidrocarburos acumulados en los yacimientos no convencionales son más abundantes, pero al mismo tiempo más difíciles de extraer empleando el uso de mucha

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

energía y materiales, trayendo con esto un mayor riesgo ambiental a cambio de un tiempo de extracción mucho más corto (Salina et al., 2018).

De manera general el desarrollo de las actividades han sido foco de atención por sus posibles afectaciones al medio ambiente; desde el inicio de la actividad con la etapa de exploración por medio de sísmica, se presentan opiniones de diversos autores que sugieren que con el uso de explosivos para la exploración por sísmica pueden producir fracturamientos en la roca conectando acuíferos locales con regionales que estaban originalmente desconectados (Jenner & Lamadrid, 2013), cabe aclarar que la técnica de sísmica es comúnmente usada para el desarrollo de yacimientos convencionales en el país desde hace años (Herrera & Cooper, 2010). Las etapas de construcción, perforación, fracturación, producción y distribución son igualmente observadas con detalle por sus posibles impactos negativos al medio ambiente. En la siguiente tabla se detallan los principales impactos junto con la probabilidad de ocurrencia en cualquiera de las fases del proyecto.

Tabla 1
Riesgos ambientales asociados al fracturamiento hidráulico

<i>Factor ambiental</i>	<i>Riesgo que suceda en alguna de las fases del proyecto</i>
Contaminación de aguas subterráneas	Alto
Contaminación de aguas superficiales	Alto
Consumo de recursos hídricos	Alto
Emisión de contaminantes al aire	Alto
Ocupación del suelo	Alto
Riesgos para la biodiversidad	Alto
Contaminación acústica	Alto
Impactos visuales	Moderado
Sismicidad	Bajo
Incremento del tráfico motorizado	Alto

En la tabla 1. El autor describe los posibles impactos del desarrollo de la actividad junto con la probabilidad de ocurrencia, basado en la revisión bibliográfica realizada por el autor **Fuente:** (Rojas, 2013)

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

Recurso hídrico

Sin duda, uno de los impactos de mayor trascendencia que se tiene en el desarrollo de la técnica del fracturamiento hidráulico son las afectaciones que se generan sobre el recurso hídrico. Se desarrollan críticas con respecto a la gran cantidad de agua que la actividad consume (Matesanz, 2013) y la contaminación directa que se puede desarrollar en cualquiera de sus etapas.

(Charry-Ocampo & Perez, 2018) afirman que los valores de consumo pueden estar entre 3785 y 75708 m³ por pozo, variando por las características propias de cada pozo con respecto a profundidad y distancia horizontal, esto basado en su revisión bibliográfica que a continuación se detalla.

Tabla 2.
Consumos de agua para el desarrollo del Fracturamiento hidráulico

Autor	Año	Consumo recurso hídrico pozo M3
Jackson	2014	7570a75708
Brantley et al.	2014	15142 a 18927
Vidic et al.	2013	7570a 26498
Peduzzi & Harding	2013	7570 a 30283
Eaton	2013	7570 a 37854
Rivard et al.	2013	7500 a 15000
Freeman	2013	22712
Myres	2012	17034
Groat & Grimshaw	2012	15142 a 23091
Bocora	2012	18927
Weijermars et al.	2011	4542.5 a 13249
D. Rahm y Jiang et al.	2011-2012	7570.8 a 18927
Harper	2008	15141.6

En la tabla 2. El autor detalla el consumo promedio del recurso hídrico por cada pozo utilizando la técnica de fracturación hidráulica de acuerdo a su revisión bibliográfica **Fuente:** (Charry-Ocampo & Perez, 2018)

En lo que respecta a contaminación directa del recurso hídrico, se hace énfasis principalmente en las acciones que derivan sobre las aguas subterráneas, se han reportado entre

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

los años 1982 a 2013 más de 100 pozos subterráneos contaminados (Charry-Ocampo & Perez, 2018), dos acuíferos (Catskill, y Lock Haven), localizados en el noreste de Pennsylvania, sugieren una posible migración de salmueras de la formación Marcellus a través de vías naturales (Warner et al., 2012). Adicionalmente, (Charry-Ocampo & Perez, 2018) en la literatura revisada informan que aproximadamente 30.2832 m³ de fluidos de fracturamiento han sido vertidos al subsuelo en los estados de Pennsylvania, Wyoming y Ohio en los Estados Unidos.

Por otra parte, es constante en la comunidad científica internacional la preocupación por la contaminación por medio del gas metano. La Duke University de Durham, en los Estados Unidos, analizó la cantidad de metano en muestras de 68 pozos, comprobando que el 85% del gas metano era termogénico, es decir provenía de la explotación de gas a partir del fracking (Borbon, 2015).

MÉTODOS

Para la elaboración del artículo se manejó información secundaria, el análisis de esta información fue evaluado junto al informe de la comisión de expertos sobre efectos ambientales y económicos de la exploración de hidrocarburos en áreas con posible despliegue de técnicas de fracturamiento hidráulico de roca generadora mediante perforación horizontal.

Se trabajó desarrollando las siguientes etapas:

Etapas I: Evaluación de la Normatividad

Se realizó revisión al Decreto 328 de 2020 por el cual se fijan lineamientos para adelantar proyectos piloto de investigación integral sobre yacimientos no convencionales de hidrocarburos con la utilización de la técnica de fracturamiento hidráulico multietapa con perforación

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

horizontal - FH-PH, así mismo se identificaron vacíos en la normativa y se formularon recomendaciones.

Etapla II: Valoración de experiencias Internacionales

Se revisaron las experiencias desarrolladas en países en donde esta actividad ya se desarrolla o está con algún tipo de restricción, verificando las condiciones actuales y características específicas por las cuales fue autorizada o negada la actividad, determinando similitudes y posibles afectaciones que generaría en el país.

Etapla III: Desarrollo de los proyectos pilotos en Colombia

Se recopiló la información asociada para el desarrollo de los proyectos pilotos de fracturamiento en Colombia, valorando los avances hasta el momento y los riesgos que pueda traer el desarrollo de la actividad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de la normatividad

La metodología para el desarrollo del análisis al decreto, inicio con la revisión al plan nacional de desarrollo 2018-2020 denominado pacto por Colombia, pacto por la equidad, en donde el país se propuso cumplir con el reto de incrementar las reservas y preservar la autosuficiencia de hidrocarburos en el mediano y largo plazo. En el plan de desarrollo se plantearon dos grandes oportunidades, la primera, los proyectos costa afuera y la segunda, los yacimientos no convencionales (YNC), siendo este último el punto de partida para que el gobierno el 28 de febrero de 2020 expidiera el decreto 328 de 2020 por el cual se fijan los

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

lineamientos para adelantar proyectos pilotos de investigación integral -PPII sobre yacimientos no convencionales – YNC de hidrocarburos, con la utilización de la técnica de fracturamiento hidráulico multietapa con perforación horizontal – FH-PH.

Identificación de vacíos en la formulación o estructuración del Decreto 328 de 2020.

Con base al punto de partida anterior se realizó la revisión general del decreto identificando vacíos en su formulación y estructuración encontrando hallazgos de tipo técnico, procedimental, ambiental y social. A continuación, se detallarán los vacíos encontrados.

Componente social.

En este componente, se evidenció en el estudio que la participación de las comunidades es nula en la verificación de las condiciones previas al licenciamiento ambiental y puesta en marcha de los proyectos piloto de exploración, solo se contempló la participación de las comunidades después de otorgada la licencia ambiental, sumado a esto, en ningún momento se determina que se hará con los terrenos que tengan propietarios en las áreas que serán objeto de las pruebas piloto.

En materia de salud, el decreto establece que la línea base general se realizará por parte de la secretaría de salud de los municipios, o quien haga sus veces en los municipios donde se desarrollen los proyectos piloto de investigación integral -PPII, sin embargo, muchos de los municipios donde se desarrollaría este tipo de proyectos, son territorios con pocos recursos los cuales cuentan con información mínima que no permitirá tomar decisiones coherentes a largo plazo.

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

Componente ambiental.

En la formulación del decreto se quebranta el principio de precaución, conforme este sugiere que, “cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente” (Congreso de Colombia, 1993). Basado en esta afirmación, no se consideró el tiempo de reacción de los ecosistemas, los impactos de larga duración, y tampoco las medidas que se tomarán durante la implementación respecto a temas de protección de la biodiversidad y de aguas superficiales y subterráneas, violando de igual forma el principio de orden económico en especial para actividades de la industria extractiva, por la gran cantidad de externalidades que produce.

Sumado a lo anterior, tampoco es clara la actuación de las autoridades ambientales regionales puesto que el decreto solo limita su participación a la presentación de los resultados ante la comunidad dentro del área de influencia. Tampoco se establece como será la interacción o comunicación entre el Ministerio de minas y energía y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, conjuntamente deberían establecer o complementar los términos de referencia para la solicitud de la licencia Ambiental, en el caso de pilotos de fracking.

Componente procedimental.

Uno de los temas más preocupantes para la comunidad en el desarrollo de esta técnica de extracción, es la incertidumbre que resulta el estado de las reservas de agua subterránea. Sin embargo, y pese a lo contemplado en el decreto, la línea base de aguas subterráneas será la que determine el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), con base en la información hidrológica que suministre el servicio Geológico Colombiano, aunque no se

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

contemplan datos de monitoreos asociados a este recurso, esto debido al costo elevado de los procesos lo cual representa una limitante al momento de obtener información certera.

Recomendaciones puntuales

Aunque quien define y determina la forma y variables a monitorear por las empresas que desarrollaran los PPII son los institutos de investigación y entidades con conocimientos sobre los temas a tratar, las petroleras tendrán una ventaja importante, ya que en las zonas donde se desarrollaran los PPII que son las cuencas del valle medio del magdalena y baja del departamento del Cesar, no existe línea base preliminar del estado de los recursos naturales, así que cualquier información que estas levanten no podrá ser debatida o comparada con datos anteriores al desarrollo de las actividades.

No se tomaron en cuenta todos los movimientos de resistencia que se han desarrollado en las comunidades en donde se harán los pilotos, por lo tanto todas las actividades que se pretendan desarrollar en la etapa de condiciones previas, podrán debilitarse por las vías de hecho que puedan generar las comunidades, así que como recomendación se considera que la empresa que desarrollará los PPII deberá integrarlas de manera participativa en socializaciones de cada uno de los resultados que se obtengan en la etapa de condiciones previas, desde el mecanismo contractual con la Agencia Nacional de Hidrocarburos, pasando por el desarrollo de las líneas bases locales en materia social, ambiental, técnica e institucional y finalizando con la obtención de la licencia ambiental evitando de esta manera que la comisión intersectorial de acompañamiento técnico y científico en sus mesas territoriales de diálogo y seguimiento sesguen la participación de comunidades por temas políticos, sociales y/o económicos.

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

Valoración de experiencias Internacionales

En el contexto internacional, la tendencia es de anteponer la protección del ambiente y la salud pública frente a la idea de realizar el fracking, en el siguiente cuadro se exponen los resultados de la validación realizada sobre el estado de esta actividad en diferentes países. Para mayor claridad la prohibición no permite el fracking en forma indefinida y la moratoria es una suspensión temporal, usualmente la última se utiliza mientras se analizan más datos buscando que la decisión sea más informada y consensuada. En la mayoría de casos, el principio de precaución, que se explicó anteriormente fue uno de los criterios fundamentales para sustentar una u otra medida.

Tabla 3.
Desarrollo del fracking en el mundo

País	Estado	Comentarios
Francia	Prohibido	La razón por la cual se prohibió en el país se sustentó en la Carta Ambiental de 2004 y en los principios de prevención y de corrección previstos en el Código Ambiental Frances.
Alemania	Prohibido con limitaciones	La prohibición se revisará en 2021 de acuerdo a los avances que se determinen con respecto a las zonas de prospección de la actividad.
Irlanda	Prohibido	Aunque se prohíbe la actividad esta no incluye los yacimientos que se encuentren costa afuera
Inglaterra	Prohibido	Se toma la decisión tras la publicación de un informe de la Autoridad de Petróleo y Gas (OGA, por sus siglas en inglés) que ha concluido que en la actualidad resulta imposible predecir la probabilidad o la magnitud de los sismos relacionados con esta práctica.
España	Moratoria	Aun no se define todo parece indicar que se prohibirá en el futuro la práctica de la fractura hidráulica en todo el territorio nacional a través de la Ley de Cambio Climático y Transición Energética, cuyo anteproyecto se encuentra en fase de elaboración.
Argentina	Aprobado	Desde el 2010 el país comenzó a importar petróleo con el fracking se descubre el yacimiento vaca muerta el cual se extiende sobre 30.000 kilómetros cuadrados en la Patagonia, entre las provincias de Neuquén, Río Negro, La Pampa y Mendoza. Representa 43% de la producción total de petróleo (505.000 barriles diarios en julio) y 60% de la de gas (144 millones de metros cúbicos de gas),
Estados Unidos	Aprobado (Con excepción en algunos estados)	En los años 2012 y 2013 Estados Unidos incrementó la producción de petróleo en un 13.5% y paso en 2014 a convertirse en el primer país productor de petróleo del mundo tras el desarrollo de la actividad

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

Canadá	Aprobado	Junto con los Estados Unidos se convirtió en uno de los pioneros en la realización de esta actividad en el país uno de los aspectos de mayor análisis a la hora de implementar el fracking es la sismicidad, que es la principal consecuencia de las perforaciones en los pozos de agua. Ante este escenario, el gobierno canadiense exige acciones como limitar el fracking superficial y controlar las licencias de perforación a partir de demostraciones que prueben la vinculación de la extracción de petróleo y gas
China	Aprobado	China tiene los mayores yacimientos de gas shale en el mundo y se animó a extraerlos por la vía del fracking. El gigante asiático se enfrentó los retos económicos y ambientales para desarrollar la factura hidráulica en una geología compleja y de alto costo, entendiendo que esta opción le permitiría abandonar el carbón, recurso por el cual se culpa de ser el mayor contaminador del planeta.

La tabla 3. Muestra el estado en el que se encuentra el desarrollo de esta actividad en diversos países, valorando su legislación y alcances. **Fuente:** Elaboración propia

Si bien, en muchos de estos países el fracturamiento hidráulico ha sido un importante motor que impulsa la economía, no se puede desconocer las razones por las cuales diversos países han determinado negar o declarar moratorio el desarrollo de la actividad, se identifican razones ambientales que deberán ser estudiadas en el contexto colombiano, entendiendo que el país tiene prospecciones importantes de yacimientos con potencial principalmente en las cuencas de la zona del valle del Magdalena Medio, en la cuenca Cesar-Ranchería, en el Catatumbo, la cordillera oriental y los llanos orientales.

Desarrollo de los proyectos pilotos en Colombia

Una de las más fuertes razones que expone el estado para el desarrollo de los proyectos pilotos de fracturamiento hidráulico es que estos van a permitir dimensionar en buena medida los yacimientos en donde se podrá realizar la actividad, y así tomar una decisión con respecto a la viabilidad de la actividad con fines comerciales estableciendo en costo-beneficio de esta práctica desde la perspectiva social, económica y ambiental.

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

La comisión de expertos tratada en capítulos anteriores de este artículo, hizo un trabajo previo de investigación de los posibles riesgos del fracking en el valle medio del Magdalena, resultando entre otras implicaciones importantes desde el ámbito social, al afirmar que el desarrollo de esta actividad no tendría licencia social en la región, sin embargo, esta zona es de un potencial importante para el desarrollo de esta actividad, por lo que lo más probable es que los pilotos se adelanten allí donde se encuentra la formación la luna, en la cual según Arthur D Little (2017) consultora estadounidense tendría un potencial de reservas de más de 5.000 millones de barriles equivalentes (BOE), correspondiente a más de tres veces las reservas actuales del país, 1665 millones de barriles (Cabrales, 2017).

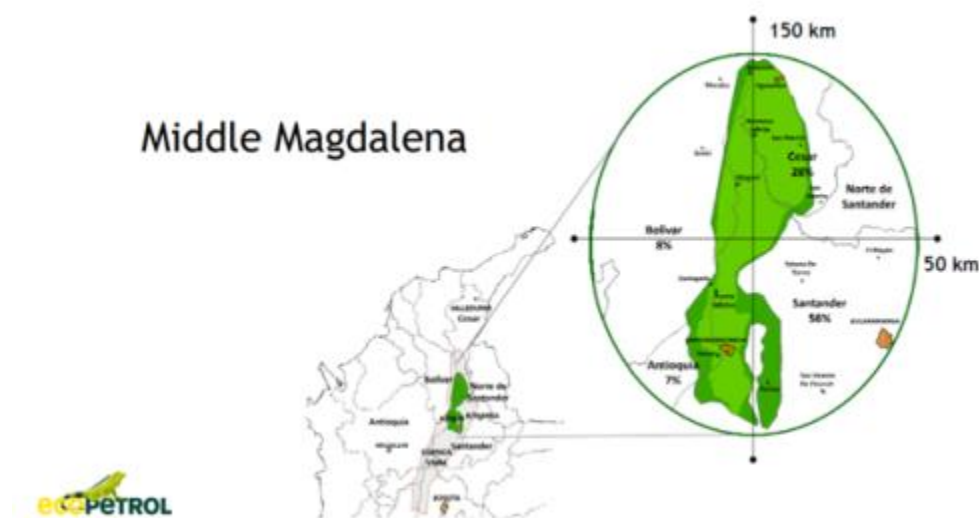


Figura 3. Formación la luna
Fuente: Ecopetrol (2017)

Para el desarrollo de la actividad se ejecutarán puntualmente tres fases. En la primera de ellas se realizará la evaluación y diagnóstico de las condiciones sociales, ambientales, técnicas e institucionales, además del licenciamiento ambiental.

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

En la segunda etapa, se llevarán a cabo las actividades de exploración, para tener una mayor claridad con respecto al potencial de los yacimientos, la sismicidad y las posibles afectaciones a las comunidades.

Finalmente se desarrollará la fase de evaluación, la cual estará a cargo de un comité conformado por el Ministro de Hacienda y Crédito Público, el Ministro de Salud y Protección Social, el Ministro de Minas y Energía, el Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible, un representante experto en temas ambientales, un representante experto en temas de hidrocarburos y un representante de las asociaciones, corporaciones y organizaciones nacionales de la sociedad civil.

Para finalizar, hasta el momento no se conoce que empresa será la encargada de realizar los proyectos pilotos de investigación aunque todo parece indicar que será ECOPETROL S.A., ya que en distintos escenarios su presidente ha afirmado que el estudio de la respectiva autorización está en curso en la ANLA y su ubicación estaría cerca al puerto petrolero de Barrancabermeja, en una zona donde convergen las formaciones geológicas La Luna y Tablazo, aunque por el momento no se revelan inversiones, así como los lugares específicos para el desarrollo de los mismos, ya que esto será competencia del gobierno nacional.

CONCLUSIONES

Con el desarrollo de este trabajo de investigación se cumple con el objetivo de contribuir a cerrar la brecha de desinformación en relación al desarrollo de la actividad del fracturamiento hidráulico en el país, entregándole al lector argumentos científicos para que se debata la idea de la realización o no de la actividad, valorando las características propias de la región y sus

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

impactos económicos, sociales y ambientales, de esta forma se desvirtúa la posibilidad de crear imprecisiones o posturas negativas basadas en argumentos alejados de la realidad científica.

Con el desarrollo de este artículo no se incluyeron aspectos jurídicos de análisis a la jurisprudencia colombiana en lo relacionado a exploración y producción de hidrocarburos, por lo que con este trabajo no se podrá contradecir el ordenamiento jurídico en el país o incluir recomendaciones de tipo legislativo.

El desarrollo de la actividad en el país deberá ser estudiada al detalle y vincular a la comunidad en general, agremiaciones, comunidades étnicas y ambientalistas en cada paso que se de en materia de avance de la transición del país, en el caso que técnicamente se demuestre su viabilidad hacia la extracción de los yacimientos no convencionales bajo la modalidad de fracturamiento hidráulico, entendiendo que aunque tal vez la autoridad nacional de licencias ambientales autorice el inicio de los pilotos, solo se le otorgara “licencia social” cuando se involucre a la comunidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Nacional de Hidrocarburos. (2018). *Informe de gestión 2018*. (). Bogota DC: Ministerio

de minas. Recuperado de: [https://www.anh.gov.co/la-](https://www.anh.gov.co/la-anh/Informes%20de%20Gestin/Informe%20de%20gesti%C3%B3n%20ANH%202018.pdf)

[anh/Informes%20de%20Gestin/Informe%20de%20gesti%C3%B3n%20ANH%202018.pdf](https://www.anh.gov.co/la-anh/Informes%20de%20Gestin/Informe%20de%20gesti%C3%B3n%20ANH%202018.pdf)

Asociación colombiana de petróleo. (2018). Todo sobre el fracking. Recuperado de:

<https://acp.com.co/web2017/es/todo-sobre-el-fracking/967-fracturacion-hidraulica>

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

Borbon, C. (2015). *Identificación de los posibles impactos ambientales por el fracturamiento hidráulico (fracking) de yacimientos no convencionales* Recuperado de:

<http://hdl.handle.net/10654/7484>.

Cabrales, S. (2017). El fracking en colombia. Recuperado de:

<https://masterpetroleos.uniandes.edu.co/index.php/es/noticias/90-el-fracking-en-colombia>

Charry-Ocampo, S., & Perez, A. J. (2018). Efectos de la estimulación hidráulica (fracking) en el recurso hídrico: Implicaciones en el contexto colombiano. *Ciencia E Ingenieria*

Neogranadina, 28(1), 44. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v28n1/0124-8170-cein-28-01-00135.pdf>

Ley 99 de 1993, Ordinaria U.S.C. (1993). Recuperado

de: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html

ECOPETROL. (2011). *60 años de ECOPETROL* (1st ed.). Bogota: Villegas.

Herrera, Y., & Cooper, N. (2010). *Manual para la adquisición y procesamiento de sísmica terrestre y su aplicación en Colombia*. (No. 1). Bogota DC: Universidad Nacional de

Colombia. Recuperado de: [https://www.anh.gov.co/Informacion-Geologica-y-](https://www.anh.gov.co/Informacion-Geologica-y-Geofisica/Estudios-Integrados-y-Modelamientos/Documents/Manual%20Tecnicas%20Sismica%20Terrestre.pdf)

[Geofisica/Estudios-Integrados-y-](https://www.anh.gov.co/Informacion-Geologica-y-Geofisica/Estudios-Integrados-y-Modelamientos/Documents/Manual%20Tecnicas%20Sismica%20Terrestre.pdf)

[Modelamientos/Documents/Manual%20Tecnicas%20Sismica%20Terrestre.pdf](https://www.anh.gov.co/Informacion-Geologica-y-Geofisica/Estudios-Integrados-y-Modelamientos/Documents/Manual%20Tecnicas%20Sismica%20Terrestre.pdf)

Hoffman, J. (2012). Potential health and

environmental effects of hydrofracking in the williston basin, montana. Recuperado de:

https://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/health/case_studies/hydrofracking_w.html

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

Jackson, R., Vengost, A., Carrey, W., Davies, R., Darraht, T., Sullivan, F., & Petron, G. (2010).

The environmental costs and benefits of fracking. *Annual Review of Environment and Resources*, 1(1), 1-39. doi:<https://doi.org/10.1146/annurev-environ-031113-144051>

Jaramillo Jessica. (2014). Ciencia y sociedad. *Ciencia Y Sociedad*, 67(1), 7. Recuperado de:

<http://cienciauanl.uanl.mx/?p=1649>

Jenner, S., & Lamadrid, A. (2013). Shale gas vs. coal: Policy implications from environmental impact comparisons of shale gas, conventional gas, and coal on air, water, and land in the united states. *Energy Policy*, 53(1), 442-453.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.11.010>

Koth, P. (2016). Fracking. In B. W. Lerner, K. L. Lerner & T. Riggs (Eds.), *Energy: In context* (pp. 348-354). Farmington Hills, MI: Gale. Recuperado de:

<https://link-gale-com.ezproxy.umng.edu.co/apps/doc/CX3627100097/GRNR?u=umng&sid=GRNR&xid=f688088d>

Lemos, M., & Pedraza, M. (2015). La autorización del fracking en colombia, ¿una decisión apresurada? *Revista De Derecho Público*, 1(35), 1.

doi:<http://dx.doi.org/10.15425/redepub.35.2015.09>

Martinez, D., & Jimenez, G. (2018). Hydraulic fracturing considerations: Insights from analogue models, and its viability in colombia. *Earth Sciences Research Journal*, 23(1), 1-12.

doi:<https://doi.org/10.15446/esrj.v23n1.69760>

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

Matesanz, J. (2013). *Repercusiones territoriales de la fractura hidráulica o*

“fracking” en cantabria, burgos y palencia. (). Madrid: Recuperado

de: <http://eprints.sim.ucm.es/23795/>

Pinto-Valderrama, J., & Idrovo, A. J. (2019). Fracking, yacimientos en roca generadora y salud humana: Entre la incertidumbre y la precaución. *Revista Salud UIS*, 51(2), 100.

doi: <http://dx.doi.org/10.18273/revsal.v51n2-2019001>

Plan nacional de desarrollo 2018-2022: “Pacto por colombia, pacto por la equidad”, Ley 1955 del 25 de mayo de 2019 U.S.C. (2019). Recuperado

de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Resumen-PND2018-2022-final.pdf>

Rojas, D. (2013). Impactos en salud pública del fracking (extracción de gas por medio de la fractura hidráulica) en España. *Gac Sanit*, 27(4), 382.

doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaceta.2013.02.003>

Salina, N., Pardo, A., Herrera, H., Santiago, C., Gomez, A., Sanchez, J., . . . Hofman, J. (2018).

La prohibición del fracking en Colombia como asunto de política pública. *Fundación Heinrich Böll*, 1(7), 128. doi:10.18002/cg.v0i7.920

Warner, N., Jackson, R., Darrah, T., Osborn, S., Down, A., Zhao, K., . . . Vengosh, A. (2012).

Geochemical evidence for possible natural migration of marcellus formation brine to shallow aquifers in Pennsylvania. *Pnas*, 30(1), 1-6.

doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.1121181109>

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO

Yasno Arias, N. A. (2019). *Análisis de las ventajas y desventajas de la implementación del fracking en la explotación de petróleo y gas en el magdalena medio en colombia, del 2012 al 2018*